栽植密度對不同粒重水稻品種產量與生理性狀之影響[1]

蔡 金 川[2]

摘要：採用千粒重約 40g 之大粒型品種 Pegonil 與千粒重約 25g 之中粒型品種臺農67號爲材料，民國74年第一、二期作於本所試驗農場進行試驗。由於大粒型品種之分蘗數少，故以不同栽植密度及移植苗數探討對產量，乾物質生產及全氮與非構造性碳水化合物 (TNC) 濃度的影響。同以 30×15cm 之行株距與多本植 (4－6支苗) 栽培，大粒型品種 Pegonil 均較臺農67號早熟，最高分蘗數與穗數較低，但株高相近。 Pegonil 品種以 30×15cm 之行株距栽培，多本植之最高分蘗顯著超過單本植處理，顯示其分蘗能力差；如以 30×7.5cm 行株距單本植，其單株穗數雖最低，但單位面積穗數則超過疏植處理，唯仍不如臺農67號第以 30×15cm 行株距與多本植栽培，臺農67號於孕穗期或更早即具有最高之 LAI 值，Pegonil 期作於抽穗期，二期作於孕穗期之 LAI 最高。在單位面積之乾物質生產量方面，臺農67號顯著超過 Pegonil 品種，但一期作時以密植 (30×7.5cm) 栽培，則 Pegonil之乾物產量較臺農67號爲高，唯二期作仍不及臺農67號。

葉片全氮濃度均自孕穗期後下降，降幅以抽穗後二週內最爲迅速。Pegonil 品種葉片，稈與穗部全氮濃度均較臺農67號爲高，可能對氮素有較大的需求量，期作間比較，則濃度以二期作較高。水稻葉片所含 TNC 濃度甚低，稈部則可高至30%，於抽穗後一週起急速下降。臺農67號穗部 TNC 濃度以一期作略高，而 Pegonil 以二期作稍高。品種間比較，各部位TNC 濃度多無明顯差異；栽培密度處理之作用亦不顯著。

密植栽培 Pegonil 品種，一期作產量高達7.3t/ha，較臺農67號以 30×15cm 栽培增產 9%，主要係單位面積穗數與千粒重較高所致，顯示應注意栽培方法以正確評估現有大粒型品種之生產潛能：唯二期作密植之產量仍低於臺農67號，亦即具有期作效應。兩品種孕穗期後之LAI 與 CGR 多與產量呈正相關，表示仍應注意維持葉面積與植株生理活性，以經由增加乾物生產量而提高而提高產量。

本省水稻品種經不斷改良，株型趨於標準化，羣落的光合成效率提高，生產碳水化合物之供源 (source) 充分，但因光合成物質積儲 (sink) 的容積受到限制，不能在穀粒中儲藏更多物質，無法進一步提高產量。魏及劉[7] 發現水稻成熟期營養器官仍貯存有相當穗部總量15.20%的非構造性碳水化合物 (TNC)，認爲積儲容積爲產量限制因子，提高水稻產量或可探討經由育種方法育成大粒且株型標準品種之可行性。

現有大粒品種，諸多缺點，故尚無直接應用於經濟栽培之價值。分蘗較少，分蘗期短，株高過高，早熟，充實不良，米質欠佳與抗病蟲害力弱等，應先加改良，方有應用之可能。本試驗針對分蘗數

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1324 號。本試驗承本所農藝系劉研究員大江之指導及曹紹徽小姐協助部分化學分析。

2.本所農藝系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

與穗數問題進行試驗，探討在不同栽植密度下大粒型品種的生產力及相關生理性狀的表現，以明瞭乾物質供需間的關係；並探討對不同粒重水稻品種產量之影響，所得試驗結果可供品種改良與改進栽培方法之參考。

材料與方法

本試驗於民國七十四年第一、二期作在臺中縣霧峰鄉本所試驗農場進行，供試品種爲大粒型品種 Pegonil 及中粒型品種臺農67號，兩品種均以 30×15cm 之行株距與多本植移植栽培， Pegonil 品種並以單本植移植，以觀察其分蘖特性，此外以30×7.5cm 之密植方式單本植栽培 Pegonil 品種，合計共爲四處理；小區面積爲 $24m^2$ ，採用逢機完全區集設計，重複三次。肥料用量一期作爲$N:P_2O_5:K_2O=135:58:54$，二期作爲 120：45：51kg/ha。

水稻移植成活後每隔3—4日於田間調查分蘖數與株高，記錄重要生育時期，行株距爲 30×15cm 之臺農67號與 Pegonil 植株並開始每週一次取樣，每次自每重複取六欉水稻之地上部分，測定葉面積後，將植株區分爲葉片、稈（含葉鞘）及穗三部分，置於 100°C 通風乾燥箱1－2小時後，再以 70°C 處理至完全乾燥。烘乾之水稻樣品，先經測定乾物重，進行生長分析[5,19]，再使用40目篩磨粉，密封貯存供化學分析用。行株距爲30×7.5cm 處理之 Pegonil 植株則自抽穗前兩週開始，每週取樣一次，除未測定葉面積外，乾物重之測定與化學分析與上述處理相同。成熟時並於每試區收穫10欉水稻，供產量及產量構成要素之調查。

全氮以 semi-micro Kjeldah l方法定量，非構造性碳水化合物則依照 Smith[18] 法，樣品所含之有效性碳水化合物先經 takadiastase（"Clarase 40,000"，美國 Miles Laboratories Inc. 出品）水解，再以滴定法測定單醣之還原力而得。

結果與討論

1)水稻生育期間之氣溫與日射量變化

由表1之氣象資料可知，一期作移植（2月28日）後，氣溫與日射量均低，但在穀粒充實期間（5－6月），平均氣溫爲 26.7—27°C ，日射量亦升高至 334-401cal/cm²/day ，有利於水稻生育。第二期作於8月5日插秧，水稻營養生長期間（8－9月），平均氣溫在 27°C 左右，日射量爲 328-348cal/cm²/day, Pegonil 品種抽穗（9月25日）後，10月間之氣溫 (28.5°C) 與日射量（315cal/cm²/day）仍高，但臺農67號抽穗（10月10日）後之穀粒充實後期氣溫降低（11月爲 21.3°C

Table 1. Temperanure and solar radiation at Wufeng (Taichung) area from January to December, 1985[a]

Item	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Temperature (°C)												
Mean	16.2	18.4	18.5	22.0	26.7	27.0	28.2	27.8	27.0	25.5	21.3	18.8
Maximum	22.7	22.9	26.1	29.6	32.3	32.0	33.5	34.0	32.0	30.4	28.1	25.9
Minimum	10.3	15.1	15.3	17.7	22.7	23.5	24.3	23.7	22.9	21.2	16.0	8.8
Solar Radiation												
(cal/cm²/day)	266.1	173.3	319.2	336.1	401.0	334.7	405.1	328.2	348.3	315.1	276.2	274.1

[a] Data of temperature are from Central Weather Bureau, ROC; solar radiation data are from Taiwan Tobacco Research Institute.

），日射量亦已低落（276cal/cm²/day）。唯品種間比較，氣象變化與產量之關係並不明確，例如二期作臺農67號之產量雖不及一期作，但仍較 Pegonil 品種爲高（表 2）。

2)生育日數

一期作大粒型品種 Pegonil 於移植後67天左右抽穗，中粒型品種臺農67號移植後81天左右開始抽穗（圖 1），兩品種相差 2 週，以 Pegonil 品種較爲早熟。二期作大粒型品種於移植後49天抽穗，中粒型品種於移植後約65天抽穗，兩品種相差16天左右。以往的研究報告 (2,7,17) 皆認爲大粒型品種具有早熟性的特徵。

3)生育期間分蘖數，株高及葉面積指數之變化

由圖 1 得知一期作 Pegonil 與臺農67號品種均於移植後20日開始分蘖，並均於移植後46日到達最高分蘖期，其後分蘖數逐漸下降，降幅以大粒型品種 Pegonil 較爲明顯。就每欉水稻之最高分蘖而言，以臺農67號之21.6支最高，Pegonil 品種行株距爲 30×15cm 及多本植時次之（20.3支），單本植時僅爲11.3支，顯示 Pegonil 品種分蘖能力較差；如以 30×7.5cm 密植及單本栽培，最高分蘖數爲9.4支。圖 1 中大粒型品種 Pegonil 抽穗後之分蘖數大幅下降，係因僅計算穗數而未調查無效分蘖數之故。穗數之多寡與最高分蘖數之高低順序相同，臺農67號爲17.6穗，Pegonil 品種行株距爲 30×15cm 時，多本植爲11.3穗，單本植爲9.4穗，30×7.5cm 行株距時爲6.9穗。第二期作兩品

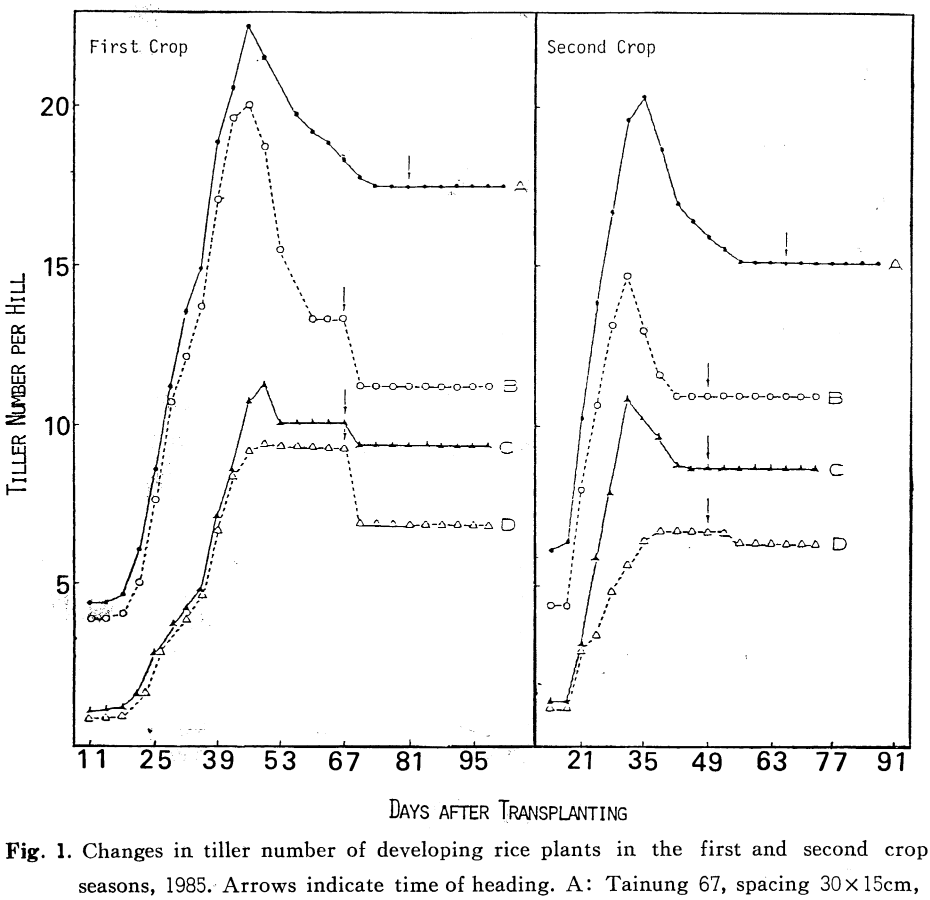

Fig. 1. Changes in tiller number of developing rice plants in the first and second crop seasons, 1985. Arrows indicate time of heading. A: Tainung 67, spacing 30×15cm, 4–6 seedlings per hill for transplanting. B: Pegonil, spacing 30×15cm, 4–6 seedlings per hill for transplanting. C: same as B, except single seedling per hill for transplanting. D: Pego nil, spacing 30×7.5cm, single seedling per hill for transplanting.

種均於移植後35日左右到達最高分蘖期，各處理之最高分蘖數與穗數均較一期作爲低，但處理間比較，則分蘖數與穗數之高低順序與一期作相同，亦與魏與劉[7]之結果相似。

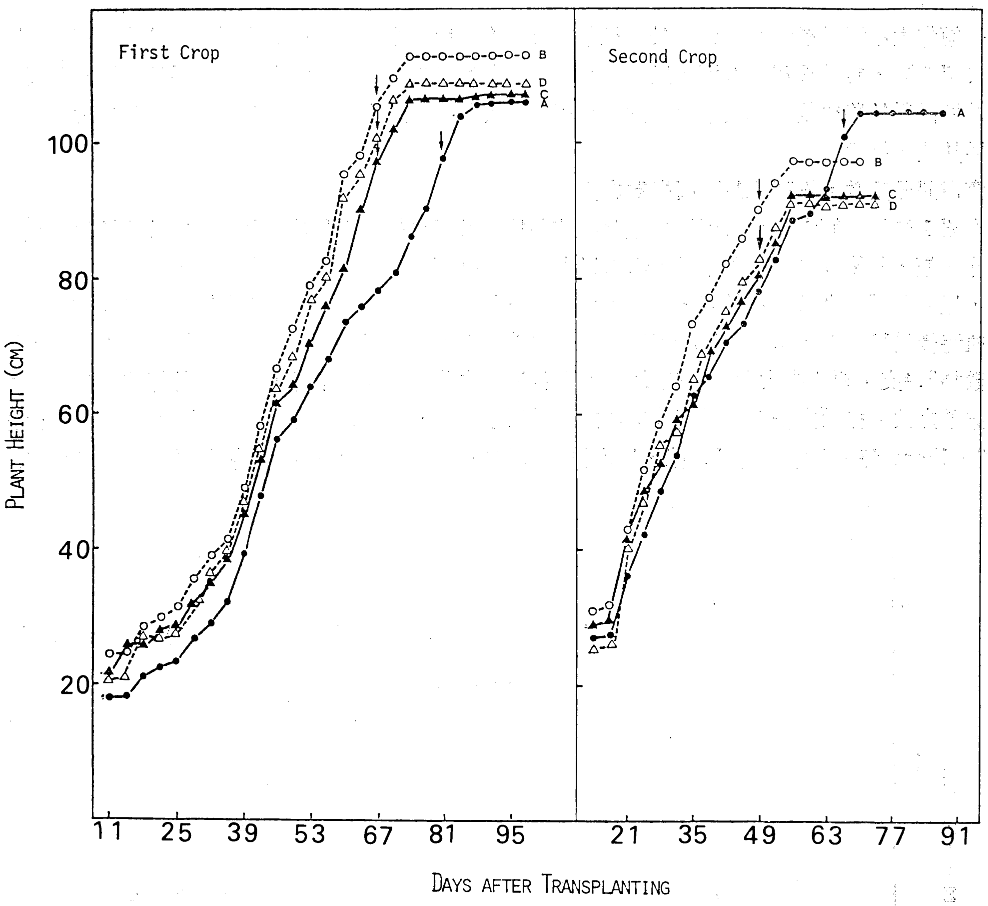

Fig. 2. Changes in plant height of developing rice plants in the first and second crop seasons, 1985. Arrows indicate time of heading. Refer to Fig. 1 for description of treatments A to D.

一、二期作兩品種之株高於乳熟期後即不再增高（圖2），一期作整個生育期中，大粒型品種 Pegonil 各處理株高皆比中粒型品種臺農67號爲高，成熟期之差異最高可達 7.1cm。二期作臺農67號品種於孕穗前之株高亦比大粒型品種 Pegonil 爲低，但孕穗期過後之增長迅速，抽穗後顯著地高於大粒型品種。大粒型品種二期作之株高較一期作爲低，相差可達 15.9cm，其原因猶待確定。

圖3顯示一期作大粒型 Pegonil 品種（30×15cm，多本植）之葉面積指數於抽穗期到達高峰，然後急速下降，二期作之孕穗期爲高峰，然後較爲緩慢下降；而中粒型品種臺農67號（30×15cm，多本植）兩期作皆於孕穗期有最高的葉面積指數，與以往之試驗結果[5]頗爲一致。村田[11]認爲早熟稻之 LAI 於抽穗期而中熟性稻於孕穗期到達高峰，與本試驗結果相同。本研究及以往之試驗結果[5]顯示孕穗期至糊熟期之 LAI 與穗數關係密切，特別是孕穗期與抽穗期呈顯著性的正相關，由此可知分蘖數影響 LAI 頗大；中粒型品種一、二期作孕穗期之後，分蘖數皆比大粒品種爲多，同時孕穗後之LAI也比大粒型品種爲高。

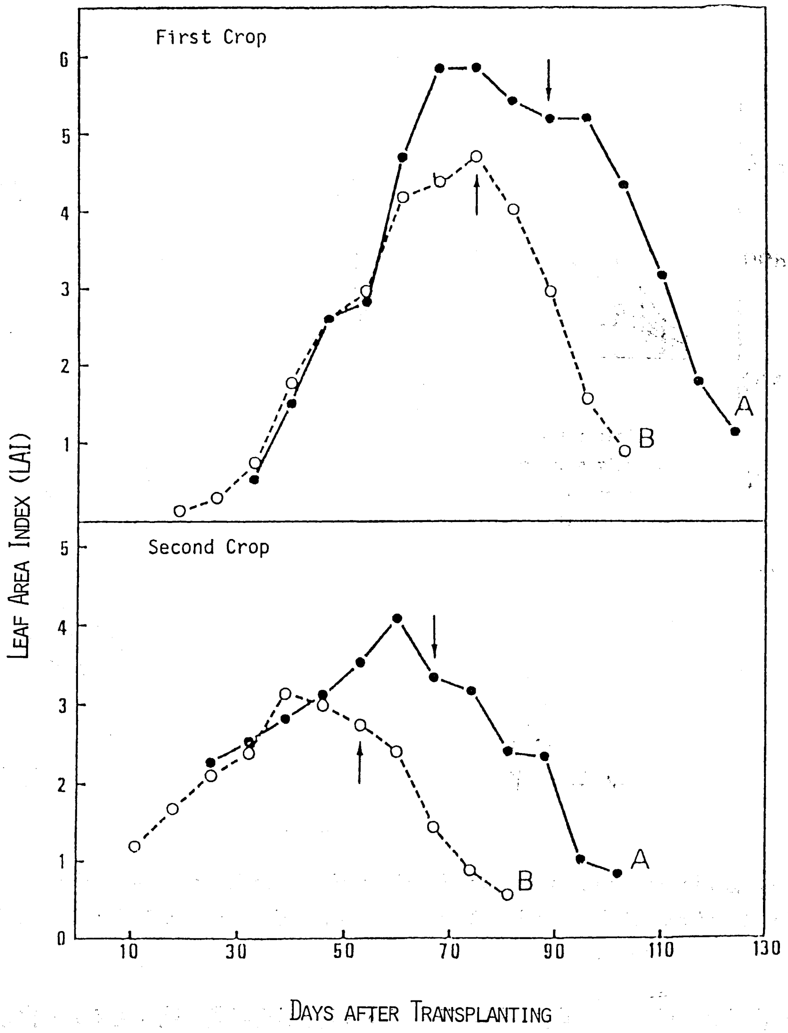

Fig. 3. Changes in leaf area index (LAI) of developing rice plants in the first and second crop seasons, 1985. Arrows indicate time of heading. Refer to Fig. 1 for description of treatments A and B.

4)乾物質生產

由圖4得知，第一、二期作臺農67號與 Pegonil 品種在生育期間之全乾物重及抽穗後穗重之上昇趨勢均呈 Sigmoid 曲線，乃乾物質累積的現象，謝[6]亦有類似的報告。葉與稈之乾物重大致自生育初期至中期逐漸上昇，抽穗後則有下降的現象，主要係因葉與稈之光合成物質轉流至穗部及黃化與老化所致。

在相同的栽培條件下（行株距 30×15cm，多本植），臺農67號單位面積（或單株）乾物生產量均顯著超過 Pegonil 品種（圖4），期作間比較，則均以一期作爲高。Pegonil 均以 30×15cm 行株距栽培時，多本植較單本植之乾物產量略高，應與前述分蘗數之比較有關，即分蘗數較多時之乾物生產量較高。

當大粒型品種 Pegonil 以30×7.5cm 方式密植栽培，在第一期作之單位面積乾物生產量最高，達 1,505g/m^2，其中葉片，稈與穗部分別爲118、472與 915g/m^2，超過其他任何處理；在第二期作

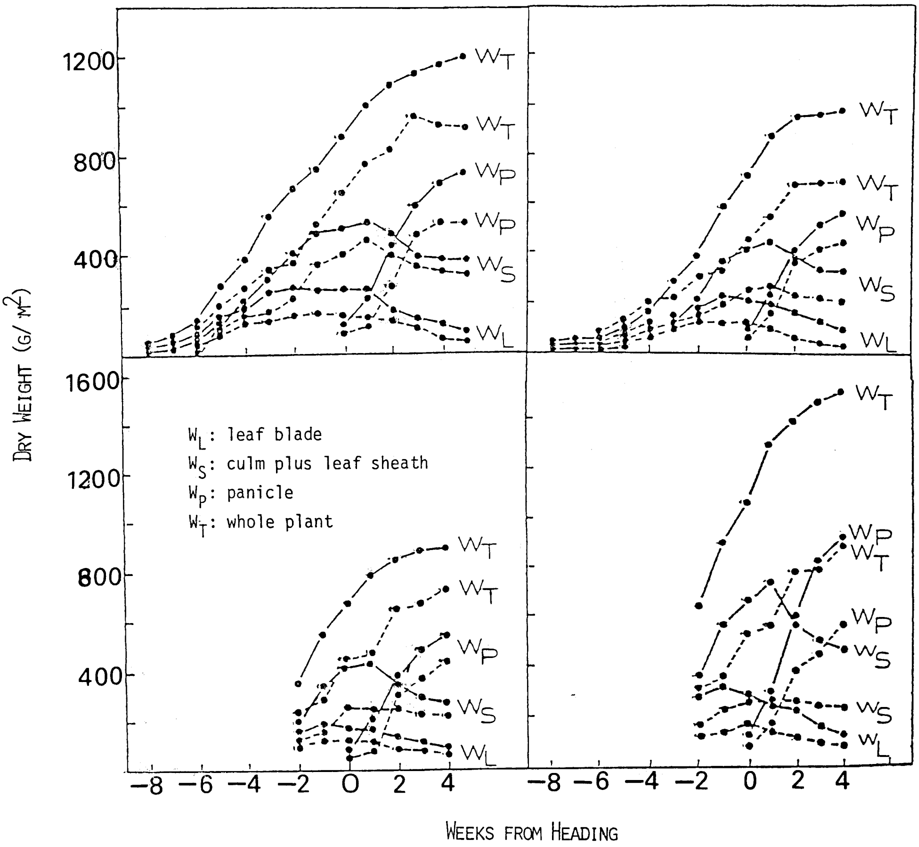

Fig. 4. Changes in dry weights of plant fractions of rice varieties grow in the first (solid lines) and second (dashed lines) crop seasons. Refer to Fig. 1 for description of treatments A to D.

時，全株總乾物重雖仍較同一品種之疏植處理爲高，但仍不及臺農67號（圖4）。由以上資料得知，大粒型品種因分蘗數較少，在以一般慣用之密度（30×15cm）栽培時，無法充分利用環境資源（environmental resources），因而不能充分表現其乾物質生產能力，所以在評估大粒型品種之生產潛能時，應注意其品種特性，並採用適當的栽培方法，方能獲得正確的結果。

5)各器官氮素（N）及非構造性碳水化合物（TNC）濃度之變化

臺農67號與 Pegonil 品種之葉片氮素自抽穗前二週即急速下降，尤以至抽穗後二週內之變化較大，中粒型品種臺農67號生育後期較爲穩定（圖5）。石塚及田中[10]認爲幼穗形成期至穀粒充實期間氮素濃度的降低是由於氮素從葉片轉流至稻穗所致。期作間比較，二期作葉片氮素濃度均較一期作爲高。

穗部之氮素濃度均以二期作大於一期作，據陳等[1]認爲一期作之穗部累積碳水化合物濃度高於二期作，因而產生較大之稀釋作用。本試驗中一期作臺農67號穗部 TNC 濃度高但大粒型品種 Pegonil 之各項處理反以二期作高（圖6）：因此陳等[1]之解釋可能較適合於臺農67號品種。

稈部氮素濃度較葉片與穗部爲低，亦自抽穗前二週起持續下降，且濃多維持於1％以下，又二期作稈部氮素濃度皆高於一期作，期作間之差異幅度，以 Pegonil 品種（30×15cm 與單本植，及30×7.5cm 處理）較爲明顯，臺農67號之差異較小，是否因栽植方法所致，有待研究。

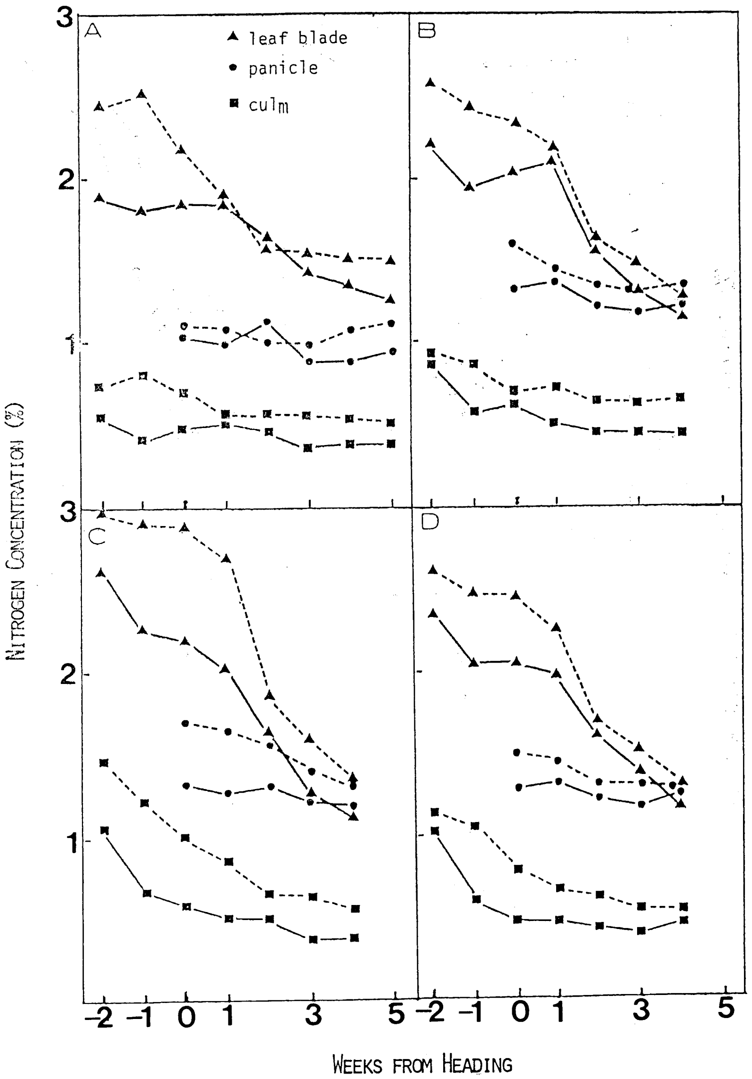

Fig. 5. Changes in N concentrations of different plant fractions of developing rice plants grown in the first (solid lines) and second (dashed lines) crop seasons. Refer to Fig. 1 for description of treatments A to D.

由圖 6 得知，兩品種葉部 TNC 濃度在整個採樣期間多介於 3－7 ％之間，變化幅度很小，大致呈平穩狀態，最高亦不超過10％。稈部 TNC 濃度大部分在抽穗期或抽穗後一週達到高峯，然後急速下降。穗部 TNC 濃度自抽穗後急速上昇，至成熟為止，兩期作有平行的趨勢，與稈部之濃度下降形成反方向的移動。這顯示稈部所含 TNC 轉流至穗部。以上葉、稈及穗部之 TNC 濃度變化趨勢與陳等 (1) 之報告相類似。

大粒型品種 Pegonil 自抽穗後穀粒之 TNC 濃度皆高於中粒型品種，而稈部之 TNC 濃度則較中粒型品種為低，表示大粒型品種稈部之 TNC 轉流至穗部之相對量多於中粒型品種，是否因穀粒重之差異而影響轉流，值得研究。

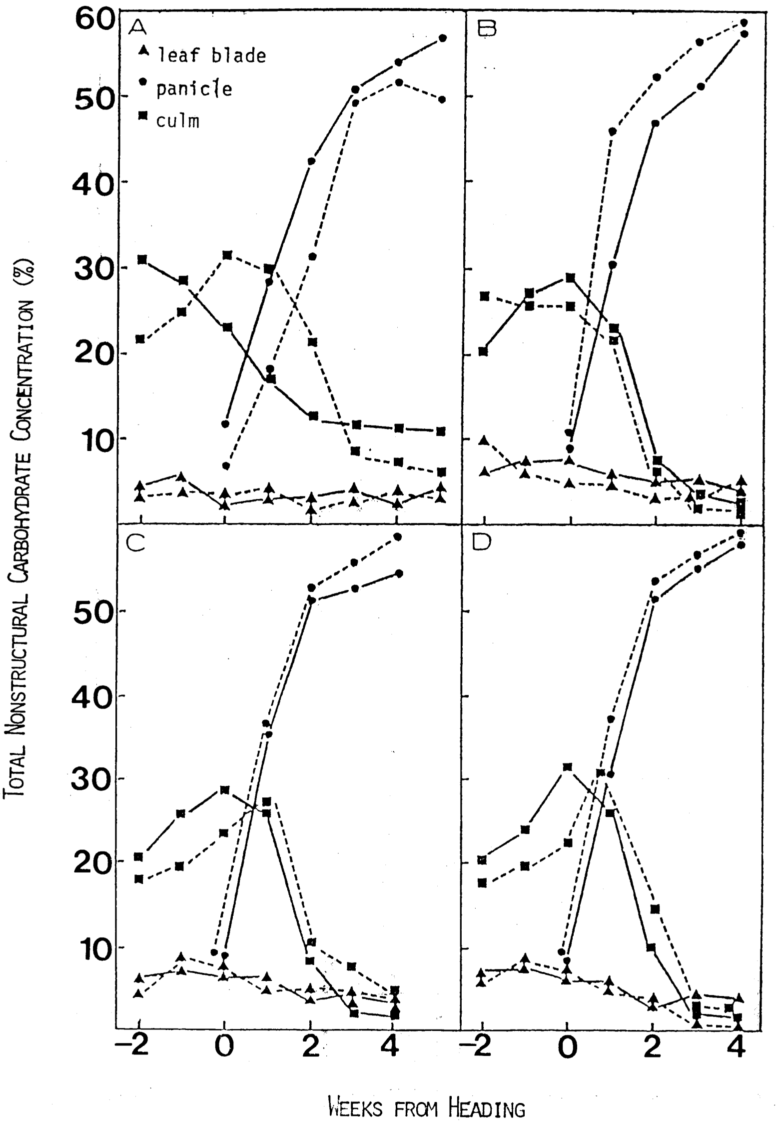

Fig. 6. Changes in TNC concentrations of different plant fractions of developing rice plants grown in the first (solid lines) and second (dashed lines) crop seasons. Refer to Fig. 1 for description of treatments A to D.

6) 產量及產量構成要素

由表2中之穗數資料得知大、中粒型品種間或大粒型品種之各處理間皆有顯著性差異，大粒型品種單本密植（30×7.5cm）處理每平方公尺之穗數一、二期作分別爲304及290，僅次於臺農67號，遠較疏植（30×15cm）處理爲多。若以每叢穗數計算，臺農67號一期作爲17.9，二期作15.2；Pegonil品種 30×15cm 行株距多本植處理一期作爲11.8二期作爲11.3；Pegonil 品種30×15cm行株距單本植處理一期作爲9.5，二期作爲90；Pegonil 品種 30×7.5cm 行株距單本植處理一期作爲6.8，二期作爲6.5，就大粒型品種而言，皆以密植或單本植之每叢穗數較少；羅等[9] 亦有類似報告，丸山[10] 進行水稻密植試驗，亦發現密植時單位面積穗數有提高的現象。松島[12] 認爲穗數的提高乃增產的有

效方法之一，因此密植可改善大粒型品種的分蘗，提高其穗數；進而增加產量。

Table 2. Effect of planting density and cultural treatments on the yield and yield components of rice[a]

Variety	Plant Sdacing (cm)	Seedling Number per Hill	Panicle Number per m²		Spikelet Number per m²		Seed-settins (%)		1000-grain -weight (g)		Grain Yield (kg/ha)	
			1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
Tainung 67	30×15	4-6	398^{a}	338^{a}	$32,815^{a}$	$30,055^{b}$	81.3^{ab}	79.0^{a}	25.1^{c}	24.3^{b}	$6,687^{b}$	$5,755^{a}$
Pegonil	30×15	4-6	261^{c}	250^{c}	$17,786^{c}$	$12,295^{d}$	78.4^{c}	82.6^{a}	37.2^{b}	40.2^{a}	$5,190^{c}$	$4,073^{c}$
Pegonil	30×15	1	210^{d}	199^{d}	$14,736^{d}$	$11,642^{d}$	80.0^{bc}	80.3^{a}	39.0^{a}	40.8^{a}	$4,591^{d}$	$3,810^{c}$
Pegonil	30×7.5	1	304^{b}	290^{b}	$22,971^{b}$	$14,524^{c}$	82.2^{a}	82.5^{a}	38.6^{ab}	41.2^{a}	$7,287^{a}$	$4,947^{b}$

[a] Data are means of 10 plants from each replicate. Means followed by the same letter with each column do not differ significantly (P 0.05) by Duncan's New Multiple Range Test.

二期作兩品種之穗數皆比一期作少，一期作生育初期或最高分蘗期之平均氣溫爲 18.5—20.0°C 之間（表 1），有利分蘗數的增加；而二期作生育初期或最高分蘗期平均氣溫約 27.8°C ，最高氣溫超過 30°C，可能影響分蘗；蔡[3] 報告水稻生育前期分別於 20°C/15°C 及 30°C/25°C 之日／夜處理10天，前者（低溫）提高穗數，後者（高溫）減少穗數，由此推測一期作的氣溫適合於分蘗數的提高，二期作高溫有抑制分蘗的可能。但 Pegonil 品種期作間每叢穗數差異並不明顯，可能係品種特性，對溫度等環境因子的反應較不敏感之故。

各品種或處理間之每穗穎花數方面，臺農67號一期作82.5，二期作爲88.9；Pegonil品種之30×15 cm行株距多本植處理一期作爲68.1，二期作爲49.2；30×15cm行株距單本植處理一期爲70.2，二期作爲58.5；30×7.5cm 行株距單本植處理一期作爲75.6，二期作爲50.0。兩期作皆以臺農67號爲高，一期作密植單本處理之每穗穎花數較同品種單本疏植者爲高，二期作反而減少。如計算每平方公尺穎花數，仍以臺農67號最多，大粒型品種 Pegonil 單本密植次之，其穎花數與同品種單本疏植比較，一、二期作分別增加55.9%及24.8%，這表示密植或使每穗穎花數降低，但由於密植可使單位面積之穗數增多，使其總穎花數亦增多，尤其是一期作之增加幅度較大，因此藉密植以提高單位面積內之總穎花數較爲有效。羅等[8] 與丸山[9] 亦有如此的見解。由於參試兩品種在一期作的單位面積，穗數較二期作爲高，使兩品種在一期作之總穎花數皆比二期作高，以臺農67號而言，一期作較二期作高 9 %，Pegonil 品種則爲27—58%，顯示大粒品種 Pegonil 受期作的影響較大。

一期作之結實率以大粒型品種單本密植處理與中粒型品種臺農67號最高，分別爲82.2%與81.3%，兩者間無顯著差異；至於 Pegonil 品種以疏植（30×15cm）方式栽培，其結實率反而較低，原因尚待探討。二期作各處理之結實率均無顯著差異，介於79—82.6%之間（表 2）。

在千粒重方面，大粒型品種 Pegonil 在一期作爲 37.2—38.6g，二期作爲 40.2—41.2g，似以二期作稍高；又於處理間比較，栽培密度與移植秧苗數對 Pegonil 品種之千粒重影響甚小，顯示粒重爲一表現極穩定之性狀。臺農67號一期作之千粒重爲 25.1g ，二期作爲 24.3g ，期作間的差異不大，但均顯著較 Pegonil 品種爲低。

產量由四種產量構成要素的乘積組成，如表 3 得知，一期作大粒型品種單本密植處理之產量最高，達 7.3t/ha ，其次是臺農67號（6.7t/ha）品種間及大粒型品種之各處理間皆有顯著性差異。二期作最高產量是臺農67號 （5.8t/ha），其次是大粒型品種密植單本處理，與其他處理比較，皆有顯著

性差異。由此可知，無論一、二期作，均能以密植栽培方法提高 Pegonil 品種之產量，但其產量表現是否優於臺農67號，則仍視期作而有不同之表現。

7）葉面積指數（LAI）、作物生長速率（CGR）與產量之相關：

表 3 顯示，兩期作大、中粒型品種自孕穗期至糊熟期， LAI 與產量除了臺農67號之孕穗期以外，其他皆爲顯著性之正相關，即增大LAI 可提高產量，與前試驗[4]之結果相似。松島[(12)]及津野[(15)]認爲在水稻生育初期，氮肥可促進分蘖與增大葉面積，同時能保持必要於穎花數，因此一、二期作水稻生育初期如能增大葉面積，應有助於物質生產的提高。武田等[(13,14)]指出穗肥可以補充水稻穀粒充實期葉片氮素的含量，可增加 LAI 與提高光合成速度，增加乾物產量，IRRI 亦有類似的報告。

Table 3. Correlation between grain yield at harvest and LAI and CGR of rice plant measured at different growth staegs

Characters	Treatment Code[a] and Crop Season							
	A		B		C		D	
	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
Booting Stage								
LAI	0.3752	0.4021	0.5626*	0.5483*				
CGR	0.2910	0.3364	−0.2055	0.3295	−0.1355	−0.2218	0.4360	0.4544
Heading Stage								
LAI	0.5268*	0.5379*	0.5470*	0.5911*				
CGR	0.5431*	0.5215*	0.3329	0.3032	0.2473	0.2842	0.4604	0.2135
Milky-ripe Stage								
LAI	0.5955*	0.5605*	0.6628**	0.6538**				
CGR	0.5780*	0.5528*	0.5831**	0.3139	0.5767*	0.5821*	0.5936*	0.3890
Dough-ripe Stage								
LAI	0.5638*	0.5422*	0.6503**	0.6909**				
CGR	0.5265*	0.4014	0.5324*	0.2750	0.5163*	0.4945	0.5022	0.3378

[a]A: Tainung 67, spacing 30×15cm, 4-6 seedlings per hill for transplanting. B: Pegonil, spacing 30×15cm, 4-6 seedlings per hill for transplanting. C: same as B, except single seedling per hill for transplanting. D: Pegonil, spacing 30×7.5cm, single seedling for transplanting.

大、中粒型品種之 CGR 與產量之關係示於表 3 ，除了孕穗期大粒型品種以 30×15cm 多本植（一期作）及單本植（兩期作）呈負相關之外，其他皆正相關，在抽穗後大部分呈顯著性之正相關，於乳熟期及糊熟期增加 CGR 可提高產量。 CGR 由 NAR 與 LAI 所構成，增加 LAI 較容易同時使 CGR 提高的效果較大，而 NAR 之提高較爲困難，因牽涉因子較複雜。

綜合各項試驗結果與探討，大粒型水稻品種分蘗數較中粒型品種少，生育日數也較少，若要以大粒型水稻品種爲材料作改良稻作，可經由栽培方法及育種方法達到目的。栽培方法爲密植或直播栽培適當施肥，育種方法可以雜交及回交育種方法，把控制大粒型品種之基因導入普通栽培品，育成改良的新品系或新品種，使具有大粒型之高千粒重，並兼有普通栽培品種的優良性狀。

引用文獻

1.陳建山、黃定鼎、劉大江・1981・機插水稻之生育與生理研究。 I.氮素、葉綠素及非構造性碳水化合物之濃度變化。中華農業研究30（2）：89—98。

2.曾美倉・1977・水稻粒重、粒型及其他數量性狀之全互交析。臺灣大學農學院研究報告17（2）：78—90。

3.蔡金川・1978・水稻生育各期溫度及遮光對產量及其構成因素之影響。科學農業26（5、6）：194—201。

4.蔡金川・1984・水稻葉面積指數與產量之關係。中華農業研究33（2）：109—116。

5.蔡金川・1985・水稻生長分析及吸光係數之研究。中華農業研究34（3）：258—265。

6.謝昱暲・1979・一、二期作水稻之生長與光合作用構成因子。刊載於『臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集』（謝順景、劉大江主編）。行政院國家科學委員會發行。

7.魏夢麗、劉大江・1984・不同粒重水稻品種之農藝與生理性狀比較。中華農業研究33（4）：363—371。

8.羅其正、鄔宏潘、楊遜謙1976。二期稻作低產原因之探討及其解決方法（二）I單位面積內穎花數之變化及其與產量間之關係。科學發展5（9）：745—760。

9.丸山幸夫、田中孝幸・1985・水稻の作期が生育收量に及ぼす影響。北陸農試報27：80—99。

10.石塚喜明、田中明・1963・水稻の榮養生理。養賢堂。

11.村田吉男・1961・水稻の光合成とその栽培學的意義に關する研究。農技研報D：1—169。

12.松島省三・1972・稻作の理論と技術。養賢堂。

13.武田友四郎、翁仁憲、縣和一・1980・水稻の子實生產に對する實肥の效果。日本作物學會 九州支部會報 第47別册59—63。

14.武田友四郎、岡三德、縣和一・1983・暖地における水稻品種の物質生產に關する研究，第1報明治以降の新舊品種の乾物生產特性。日作紀52（3）：299—306。

15.津野幸人・1970・イネの科學——多收技術の見方考元方。

16. Iuternational Rice Research Institute. 1970. Annual Report, pp. 30-140, Los Banos, Philippines.

17. Iuternational Rice Research Institute. 1978. Annual Report, pp. 16-21. Los Banos, Philippines.

18. Smith, D. 1969. Removing and analyzing of total nonstructural carbohydrates from plant tissues. Wis. Agr. Exp. Sta. Rep. 41.

19. Sivakumar, M. V. K. and R. H. Shaw. 1978. Methods of growth analysis in field grown Soybean (*Glycine max*. L. Merrill). Ann. Bot. 42: 213-222.

Effects of Cultural Methods on the Yield and Some Physiological Characters of Rice Varieties Differing in Grain Weight

Jin-Chuan Tsai[2]

Summary

Experiments were conducted in 1985 by using a large-grain rice variety Pegonil (1000-grain-weight of 40g) and a medium-grain variety Tainung 67 (1000-grain-weight

of 25g) as materials. The purposes were to study the influences of spacing (30×15cm vs 30×7.5cm) and seedling number per hill for transplanting (multiple vs single) on the yield, dry matter production and concentrations of total N and total N and total nonstructural carbohydrates (TNC) of the developing rice plants. For the treatments of 30×15cm spacing and multiple seedling, Pegonil headed earlier and possessed fewer tiller and panicle numbers than Tainung 67. For Pegonil, dense planting (30×7.5cm) tended to decrease panicle number per hill but increase significantly panicle number per unit area.

Maximum LAI was obtained at booting stage or earlier for Tainung 67. It was at heading stage in the first crop and at booting stage in the second crop for Pegonil. Tainung 67 accumulated more dry matter than Pegonil in both crop seasons. However, under dense planting in the first crop, dry matter production was higher for Pegonil than for Tainung 67 with 30×15cm spacing.

Total N concentration in the leaf blade decreased from booting stage towards maturity, especially during the first two weeks after heading. N concentrations in the leaf blade, culm and panicle were higher for Pegonil than for Tainung 67. Cmoparison between crop seasons showed that rice plants grown in the second crop had higher N concentrations. TNC concentrations were as high as 30% in the culm and rapid decline was observed starting one week after heading. Panicle TNC of Tainung 67 was higher in the first crop whereas that of Pegonil was slightly higher in the second crop. There were no significant differences in TNC co ncentrations between varieties or crop seasons.

Grain yield of 7.3t/ha was recorded in the first crop for Pegonil under dense planting, which was 9% higher than that of Tainung 67 under 30×15cm spacing. This indicated that proper cultural method should be adopted in evaluating yield potential of this large-grain varieties. However, the positive effect of dense planting on grain yield was less significant in the second crop, suggesting that responses were different between crop seasons. Between booting and dough-ripe stages, LAI and CGR were positively correlated with grain yield. It is therefore important to maintain leaf area and physiological activities of rice plants. Grain yield might be increased through increasing dry matter production during this period.

1. Contribution No. 1324 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.